

中国地质科学院

矿床地质研究所刊

1985年 第4号

(总第16号)



丁
251
140

地质出版社

中国地质科学院

矿床地质研究所所刊

1985年 第4号 (总第16号)

陕西黄龙铺钼(铅)矿床类型、 成因及铼分布特点的研究

矿床地质研究所科研成果(专辑6)

黄典豪 王义昌 聂凤军 江秀杰

地质出版社

内 容 题 要

本文论述了该矿床形成的地质背景、控矿构造、矿石物质成分、结构构造、围岩蚀变和成矿物理化学特征以及成矿机制,并与国内外已有钼矿类型对比,确定其为一种新的碳酸岩脉型钼(铅)矿床。对硫、碳、氧、铅和锶同位素组成、稀土型式和流体包裹体的研究表明,成矿物质主要来源于上地幔,成矿流体为混合液。肯定了矿床中铀的综合利用价值,并指出辉钼矿多型对矿床类型并无标型意义。文章还阐明了区内碳酸岩脉型和斑岩型钼矿床的区别,这不仅有理论意义而且对找矿有一定的指导作用。同时对金堆城—黄龙铺地区花岗岩类的岩石学特征、岩石化学、稀土成分和同位素进行了研究,认为大岩体与小斑岩体均为深熔作用的同源产物。

中国地质科学院
矿床地质研究所所刊
1985年 第4号
(总第16号)

责任编辑:张肇新 张中民 倪瑞兰

地质出版社出版

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本: 787×1092¹/₁₆ 印张: 8⁵/₈ 字数: 201,000

1986年4月北京第一版·1986年4月北京第一次印刷

印数: 1—1,675册 定价: 2.05元

统一书号: 13038·新204

目 录

前言.....	(1)
一、区域地质概况.....	(3)
二、区域矿产概况.....	(6)
三、矿床地质特征.....	(7)
(一) 成矿地质背景; (二) 矿体的形态、物质成分及矿石的结构、构造; (三) 围岩蚀变特征; (四) 矿化期、矿化阶段和矿物生成顺序; (五) 矿床形成时代的确定	
四、流体包裹体的研究.....	(43)
(一) 流体包裹体的类型和主要特征; (二) 子矿物种类及其特点; (三) 均一化温度和爆裂温度; (四) 盐度; (五) 成矿流体的成分; (六) 成矿流体的沸腾与减压沸腾	
五、同位素的研究及其意义.....	(49)
(一) 硫、碳和氧同位素的研究; (二) 铅同位素的研究; (三) 锶同位素的研究	
六、铯含量、分布及辉钼矿多型的研究.....	(67)
(一) 矿床中铯的含量及其变化; (二) 辉钼矿多型的初步研究	
七、矿床类型及其成因.....	(77)
(一) 黄龙铺钨(钼)矿床的类型厘定; (二) 矿床成因及成矿物质来源的探讨	
八、成矿远景及找矿方向.....	(81)
九、结论.....	(83)
参考文献.....	(84)
图版及图版说明.....	(87)
附件 陕西金堆城—黄龙铺地区含钼花岗岩类岩石特征、成岩机制及其与钼矿床的关系.....	(95)
外文摘要.....	(120)

科技简讯

1984年我所科技成果简介

简易快速流动比色分析方法简介

PW1700衍射仪的引进安装与使用

陕西黄龙铺钼（铅）矿床类型、 成因及铼分布特点的研究

黄典豪 王义昌 聂凤军

江秀杰

（矿床地质研究所）

（陕西省地质矿产局第13地质队）

前 言

辉钼矿是获得钼、铼金属的主要工业矿物。钼主要用于钢铁工业、交通运输业、机械制造业、石油化学工业和电子工业等。铼在石油化学工业中用做铂-铼催化剂，同时钨铼、钼铼合金在宇航、火箭、导弹和人造卫星等现代尖端技术方面，也有广泛用途。可见，在实现四个现代化过程中，国家对钼、铼资源的需要量必将与日俱增。

我国东秦岭地区钼矿资源丰富，除拥有早已驰名中外的金堆城巨型斑岩钼矿床外，近几年来还探明了巨型的栾川南泥湖斑岩-矽卡岩型钼（钨）矿床和大型的黄龙铺碳酸岩脉型钼（铅）矿床以及石家湾斑岩钼矿床。就已探明的储量和成矿远景观之，金堆城-黄龙铺-南泥湖近东西向展布的钼多金属成矿带，是我国主要的钼成矿带之一。

1979年，原地质部将包括钼在内的多金属矿产列为地质普查和勘探工作的重点对象。为了适应这一大好形势的发展，做到科研与生产相结合，并为生产服务，我们到陕西、河南上述矿区进行了调研选题。调研中发现黄龙铺地区的含钼、铅石英-方解石碳酸岩脉，无论矿脉的规模、矿石的矿物组合、矿化和围岩蚀变特点，还是其伴生有用组分铼、铅、稀土和铀等，均与该成矿带内其它类型的钼矿床显著不同。同时在国内、外刊物中尚未见到具类似特征钼矿床的报导，这引起我们的极大兴趣。经与陕西省地质矿产局第十三地质队协商，于1980年8月共同组成了中国地质科学院矿床地质研究所（黄典豪、王义昌，1982年底聂凤军同志参加）和该队（江秀杰）的研究小组，共同开展“黄龙铺钼（铼）矿床类型、成因及铼富集规律”的研究工作。该研究课题的设计书（1981—1983年）得到矿床地质研究所和第十三地质队的共同批准。

不言而喻，科研工作尤如接力赛，往往是在前人工作的基础上进行的，后来的成果是前人和后来工作者劳动的结晶。早在1959年，金堆城地质队提交的“金堆城钼矿床最终地质勘探报告”中，对华阳川钨、铀、铅矿和黄龙铺钼铅矿作了初步评价。1961年，陕西渭南地质队对黄龙铺大石沟钼铼矿床进行过普查评价。1975年，陕西省地质局实验室和陕西师大对大石沟钼铼矿作了五百吨大样选矿试验，解决了钼、铅分离。并用硫酸对钼、铼作了浸出试验，铼浸出率达98.2—95.8%。1978年，陕西第六地质队在黄龙铺地区开展以钼为主的矿产普查，认为大石沟钼铼矿成因上是与碱性碳酸盐脉有关的高中温粗网脉型

矿床。1979年至今,陕西第十三地质队对黄龙铺大石沟钼铌矿床进行详查工作。前人在该地区作的大量普查工作,无疑为今天的工作打下了一定的基础,但对于矿床地质特征的研究程度较低,矿床类型、矿床成因、矿石物质成分、成矿物质来源及矿化时代等尚未作深入研究,所提出的成因看法尚缺乏依据作为佐证。

鉴于上述情况,为了确定矿床类型、成矿地质特征及成因诸问题,在重点对本矿床进行室内外研究的同时,亦对邻近的金堆城、石家湾斑岩钼矿床,和与本矿床矿脉特点类同,只是钼、铅、铀、铌、稀土矿化强度有所差异的华阳川、垣头、桃园和驾鹿等诸矿点进行了野外地质资料收集和部分室内工作。旨在对比中了解它们的共性和差异性,以便认识黄龙铺钼(铅)矿床的固有特征。

需要指出的是,由于黄龙铺地区风化带较深(25—100m左右),覆盖较厚,所需的各种测试新鲜样品,绝大多数为采自小口径岩芯样品。

通过对本矿床的研究获得以下主要成果及认识:

(1) 通过与国内外已知钼矿床类型相比和矿床本身成矿地质特征,确定本矿床为一种新的碳酸岩脉型钼(铅)矿床。

(2) 确定本矿床的矿化年龄为206Ma,其早于老牛山黑云母二长花岗岩(128Ma)而形成,所以二者之间无成因上的联系。

(3) 本矿床的控矿构造为走向北西深断裂(按布格重力异常资料,其可能为切割地壳达到上地幔的基底线性体),而走向北西与北东断裂的交汇部位,联合控制着本矿床的产出。

(4) 首次对本矿床进行了较全面的硫、碳、氧、铅和锶同位素的研究。查明了其硫、碳、氧、铅的同位素组成特点,确定其全硫值 $\delta^{34}\text{S}_{\text{XS}} = +1.0\%$;全碳值 $\delta^{13}\text{C}_{\text{XC}} = -5\%$ 。与石英和方解石处于平衡的水的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 值为 $+1.2 - +6.5\%$ 。本矿床的铅为含放射性成因铅低的异常铅。脉石矿物方解石和萤天青石的平均初始值 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.7058$ 。

(5) 研究了本矿床的流体包裹体类型及其特征,其中以含NaCl、KCl或 CaCO_3 子矿物的多相包裹体和含液体 CO_2 多相包裹体的发育为特征,具有沸腾与退化沸腾现象。矿床形成温度为280—450℃。液体包裹体的盐度为8.5—15.7重量%,含液体 CO_2 多相包裹体的盐度为6—7.4重量%。

(6) 本矿床方解石的稀土平均含量为2564ppm,以富轻稀土为特征,而且其稀土球粒陨石标准化曲线与碳酸岩中方解石的基本一致,其在Yb/Ca—Yb/La图解中的投绘点亦具有深源火成特征。

(7) 研究了本矿床的矿石物质成分、矿石结构、构造和围岩蚀变。继方解石的形成伴有方铅矿、辉钼矿的矿化富集。辉钼矿在方解石中呈浸染状、条带状构造,辉钼矿沿方解石、方铅矿的解理、裂缝进行充填、交代,形成残余结构、叶片状结构和网络状结构。围岩强烈的碳酸盐化很为特征。这些是本矿床区别于其它类型钼矿床的特征之一。

(8) 研究了矿床中黄铁矿、闪锌矿、方铅矿和辉钼矿的微量元素含量,确定辉钼矿中的铌、钼和方铅矿中的银具有综合利用价值。辉钼矿的多型主要是2H型和2H+3R混合型。

(9) 确定本矿床的成因为碳酸岩脉型中、高温充填-交代钼(铅)矿床。水为岩浆水

与地下水的混合物。硫、碳、锍主要来源于上地幔,而钼、铅除主要与硫、碳、锍同源外,部分钼、铅可能借助热流体对流萃取自钼、铅背景值较高的太古代基底围岩。

(10) 研究确定老牛山二长花岗岩、金堆城和石家湾花岗岩斑岩为基底熔融作用所产生的深熔岩浆同源演化的产物,并导致有关斑岩型钼矿床的形成。

整个研究工作是在矿床地质研究所党委、科技处、第三研究室和陕西省地矿局地矿处、第十三地质队党委和地质分队的领导、支持下和宋叔和教授的指导下完成的。同时在工作过程中还得到省局地矿处奚法良工程师,十三队顾国荣主任工程师,朱炳义、祝启明、鲁联芳、袁必奎工程师和金堆城钼业公司地质科刘照宽科长、李向东工程师的热情支持和帮助。各种测试、分析任务得到文中提到的有关兄弟所、室和十三队化验室、重砂组同志们大力支持与协助。岩矿光薄片磨制由我所磨片组完成。气液包裹体成分由我所程莱仙、陶恭益同志测定。爆破温度由我所陈伟十同志完成。图件由我所绘图组清绘。显微照片由我院地质所郭凤九工程师拍摄。为此,我们对上述单位的领导和有关同志们表示衷心感谢。由于我们的业务水平、工作经验有限,不妥之处实所难免,请读者不吝指教。

一、区域地质概况

陕西黄龙铺碳酸岩脉型钼(铅)矿床所处大地构造位置属中朝准地台南缘的豫陕断隆区^①。关于该区的地质构造属性,不同地质工作者持有不同的看法,有的称谓台褶带^②,或称之为小秦岭西段纬向复杂构造带与祁吕贺山字型构造和新华夏系构造的复合部位^③,或称为裂谷^④等等,反映了该地区构造的复杂性和认识的不统一。不过总的特点是,太古界太华群片麻岩构成该区的基底构造层,经历了强烈达角闪岩相的区域变质作用和混合岩化作用,以不整合覆盖于该基底之上的中、上元古界长城系的铁铜沟组和熊耳群古火山岩套及蓟县系浅变质岩等构成上构造层。基底构造线(褶皱、断裂)呈近东西走向和北西走向,奠定了本区的构造格局。盖层的构造除承袭基底的构造线方向发育宽缓的褶皱和断裂外,还发育了近南北和北东向断裂。火成活动除了元古代的中基性熔岩喷溢外,还有元古代的花岗岩侵位,前燕山期基性、偏碱性、碱性脉岩和碳酸岩脉的形成,以及燕山期大规模花岗岩的广泛侵位。黄龙铺地区之概略区域地质情况如图1所示。

1. 地层 黄龙铺一金堆城地区的地层主要为太古界太华群的片麻岩(其原岩可能为基性火山岩及碎屑沉积岩)、上元古界长城系铁铜沟组石英片岩(其原岩可能为长英质沉积岩)、熊耳群变细碧岩(其原岩为中基性熔岩)以及蓟县系的一套滨海—浅海相碎屑沉积岩。岩石的岩性、顺序及接触关系综合于表1。

应指出的是,基底片麻岩的钼背景值(2—3ppm)较高,与该地区的钼矿床可能有一定关系。

2. 构造 图1说明,区内主要褶皱构造为复式背、向斜构造。北部有大月平背斜,南部为白花岭向斜,其间夹有次一级的东坪—金堆城—桃园背斜。这些褶皱构造的轴线近东

① 据武汉地质学院1978年资料,

② 据西安地质矿产研究所1976年资料。

表1 黄龙铺—金堆城地区的地层简表

Table 1 Simplified stratigraphical table of the Hunglongpu—Jinduicheng area

地 层				岩 性	厚 度 (m)	同位素 年龄	赋矿情况
界	系	群 组	代 号				
上 元 古 界	郃 县 系	杜 关 组	Pt _{2d}	硅质条带白云岩、厚层微粒白云岩	40—150	10亿年	
		巡检司组	Pt _{2x}	钙质白云岩夹燧石条带白云岩、杂色凝灰质板岩	300—700		
		龙家园组	Pt _{2l}	硅质条带白云岩、白云质灰岩、白云岩	400—800		
		高山河组	Pt _{2g}	变质石英砂岩夹泥砂质板岩和中基性熔岩	80—1230	13亿年	石家湾斑岩钼矿床
	长城系	熊 耳 群	Pt _{1x}	变细碧岩、玄武玢岩夹凝灰质板岩、绢云千枚岩、黑云石英片岩和大理岩透镜体	800—3900		金堆城斑岩钼矿床、黄床铺碳酸岩脉型钼(铅)矿床
		铁铜沟组	Pt _{1f}	云英片岩、片状石英岩, 下部见含砾石英岩	300—2850	17亿年	
太 古 界		太 华 群	Art _h	角闪片麻岩、黑云斜长片麻岩、条带状或肠状混合岩	?		碳酸岩脉型钼铅稀土矿点(驾麓), 铅 稀 土 矿 点(华阳川), 稀 土 矿 点(小夫峪)

壳到达上地幔, 属于深断裂(见图2)。由于受燕山期老牛山花岗岩侵位的影响, 在地表见到其方向发生了某种程度的偏转。(2)北东东—北东向断裂构造带, 在该区内主要有张家坪—金堆城—杜峪断裂带。尽管它有多期活动的特点, 但其形成比北西向深断裂带稍晚, 这为其切穿了北西向断裂和晚于北西向断裂的老牛山花岗岩所佐证。(3)近东西向断裂构造, 在区内盖层中发育程度不及前二者, 但其生成较早, 对区内花岗岩的侵位可能起过一定作用。

3. 岩浆岩及脉岩 区内岩浆活动除元古代的中基性熔岩喷溢(后经热动力变质形成一套变细碧岩已归属于地层范畴)和花岗岩侵位外, 前燕山期也有辉绿岩脉、偏碱性碱性岩脉和含钼铅铀铌稀土碳酸岩脉的发育, 并形成有关矿床(点)(详见后述)。而燕山期则有大规模深熔花岗岩(老牛山、华山岩体)和与之相伴产出的一些细晶伟晶岩脉的形成。华山岩体出露面积130km², 侵位于太华群片麻岩中, 按岩性可分为内部相、边部相和顶部混杂相^①。老牛山岩体呈北东70°方向产出, 出露面积440km², 为规模巨大的不规则状复式岩体。该岩体侵位于太华群、熊耳群及高山河组, 由它派生的金堆城和石家湾花岗斑岩岩株, 分别与金堆城和石家湾斑岩型钼矿床的形成有关。

① 据陕西省地质矿产局区调队1980年资料。

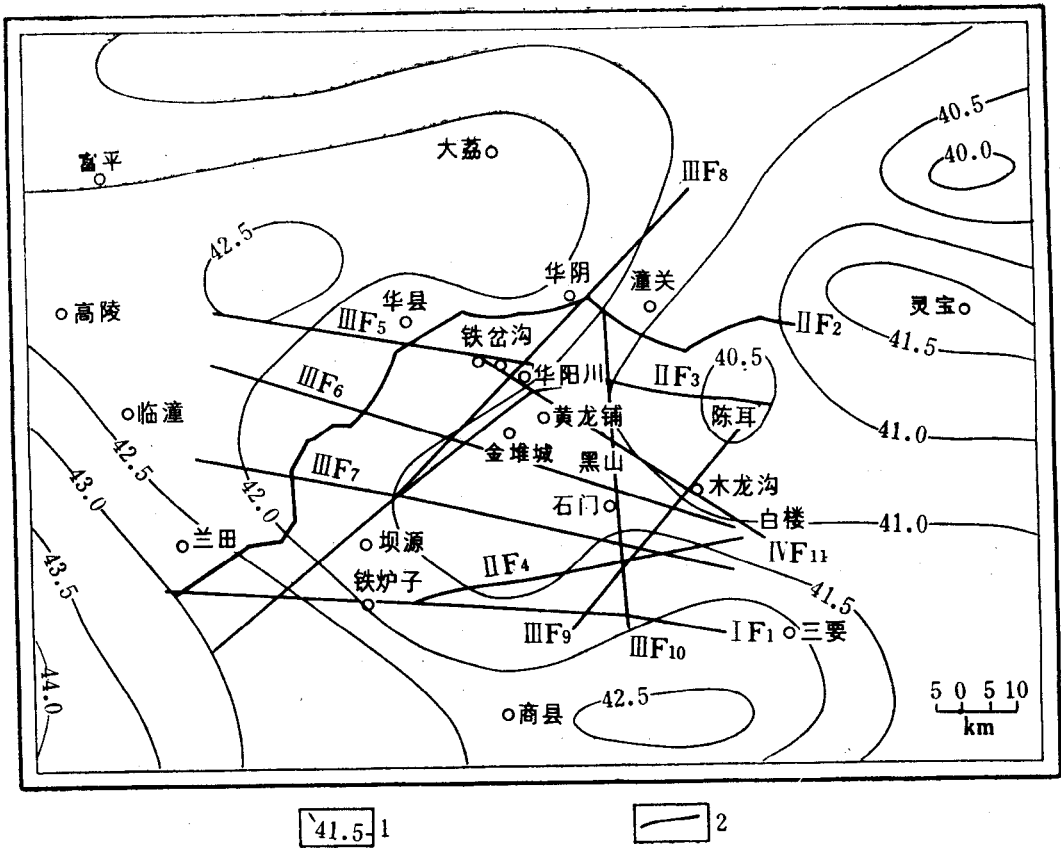


图 2 陕西小秦岭基底线性体与莫霍面等深度图

(据李笃行)

1—深度等值线及数值 (单位km); 2—基底线性体及编号

Fig. 2 Schematic map showing lineament and Moho isodepth of basement in the Xiaoqinling area, Shaanxi Province.

1—Depth contour (in km); 2—Basement lineament and its serial number.

二、区域矿产概况

在小秦岭的小夫峪—华阳川—黄龙铺—驾鹿一带和金堆城地区, 矿产资源丰富 (见图 1), 除早已闻名中外的金堆城斑岩型钼矿床外还有大型的石家湾斑岩钼矿床, 以及我们所确定的碳酸岩脉型矿床——黄龙铺、垣头、桃园钼 (铅) 矿床 (点)、小夫峪稀土矿点、华阳川铅稀土矿点和驾鹿钼铅稀土矿点。通过研究表明, 上述矿床 (点) 在空间上的分布有以下三个特点: (1) 碳酸岩脉型钼铅稀土矿床 (点) 主要分布在北西走向的深断裂带内, 受北西和北东走向断裂联合控制, 而斑岩型钼矿床则与北东走向断裂带关系密切。 (2) 这些矿床不受某一层位的控制。黄龙铺碳酸岩脉型钼 (铅) 矿床主要赋存于熊耳群变细碧岩系中, 但属同一类型的垣头钼铅矿点分布于片麻状花岗岩 (γ?) 内, 而碳酸

岩脉型的华阳川铅稀土矿点、小夫峪稀土矿点和驾鹿钼铅稀土矿点则产于太华群片麻岩里。金堆城斑岩钼矿床的矿体赋存于斑岩本身和外接触带的角岩化细碧岩(熊耳群)中,高山河组石英岩亦有钼矿化。石家湾斑岩钼矿床的矿体主要产于高山河组石英岩里。

(3) 根据我们所确定的黄龙铺碳酸岩脉型钼(铅)矿床的矿化年龄为206Ma,老牛山二长花岗岩和石家湾花岗斑岩的年龄分别为128和124Ma^①。可见,该区内碳酸岩脉型矿床形成早于老牛山岩体和斑岩体,二者无成因上联系。

上述碳酸岩脉型矿床(点)的共性与差异性表现在:(1)它们的脉石矿物组成基本相同,以方解石和石英为主,其中以方解石占优势,并发育有钡天青石。(2)含矿碳酸岩脉规模差不多,均以大脉为主,细脉次之,同受区域上北西走向深断裂带控制。(3)硫、碳、氧、铅同位素组成大体类同,即硫同位素均以富轻硫同位素为特征,碳、氧、铅同位素组成近似,且较稳定,均具深源的特点(详见后述)。(4)它们之间的差别,主要是有用元素富集程度和碱交代强度不同而已。如华阳川铅稀土矿化,具有强的碱交代作用,形成霓辉石和钠闪石等矿物。黄龙铺钼铅矿床中未见强烈碱交代作用形成的矿物,其围岩表现为较强烈的碳酸盐化。

上述情况表明,该地区是一个先后形成的两种不同成矿特点的钼矿床类型复合地区。因而可以认为,区内存在着碳酸岩脉型和斑岩型两种不同的钼矿成矿系列。前一系列的成矿元素组合复杂,主要为钼铅稀土,后一系列的简单,基本上以单一钼为主。

三、矿床地质特征

黄龙铺大型碳酸岩脉型钼(铅)矿床产于板岔梁—蚂蚁山背斜的北东翼(图3),矿体主要赋存于熊耳群黄龙铺组上亚组的变细碧岩层内,并受北西和北东走向的断裂联合控制。

(一) 成矿地质背景

1. 地层 矿区内出露地层有太华群片麻岩、长城系上熊耳群古火山岩和蓟县系高山河组滨海—浅海相碎屑沉积岩。第四系覆盖较广泛。由老到新有:

太华群(Arth) 由角闪片麻岩与黑云斜长片麻岩互层组成,夹黑云二长片麻岩及混合岩。在矿区北部呈残余体存在,厚度不详。

熊耳群黄龙铺组(Zx) 与下伏太华群未见直接接触关系。主要为变细碧岩、杏仁状细碧岩组成,并有变凝灰岩、千枚岩及黑云石英片岩夹层。在千枚岩层内可见大理岩条带,呈现喷发—沉积韵律。每个韵律的下层为变细碧岩,上层为凝灰岩和千枚岩。按岩性特点可分下述两个亚组。

下亚组(Zx₁): 主要由变细碧岩、绢云千枚岩组成,夹变凝灰岩和大理岩条带,厚度大于600m,分布于桃园一带。

上亚组(Zx₂): 其与下亚组呈整合接触关系,亦可划分出以下四个岩性段。

① 据李先梓等1975年资料。

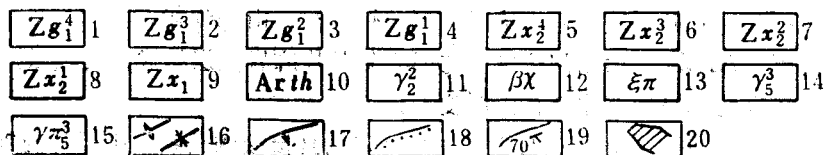
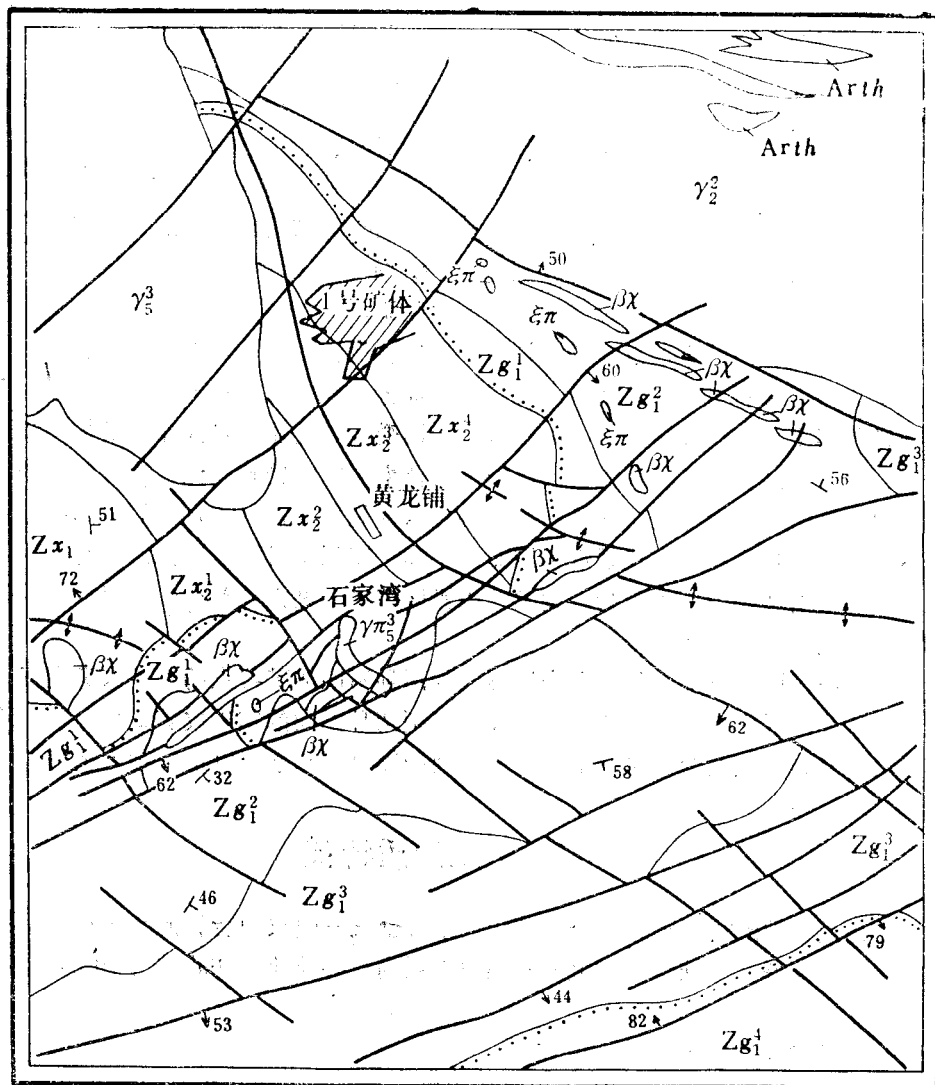


图 3 陕西黄龙铺碳酸岩脉型钼（铅）矿床地质略图

1—泥砂质板岩与石英岩, 2—变石英砂岩、石英岩, 3—泥砂质板岩、变石英砂岩及变凝灰岩, 4—变石英砂岩、石英岩及底砾岩, 5—变细碧岩、绢云千枚岩及大理岩透镜体, 6—变细碧岩、变凝灰岩和黑云石英片岩, 7—变细碧岩、黑云石英片岩, 8—变细碧岩、杏仁状细碧岩及变凝灰岩, 9—变细碧岩、绢云千枚岩夹变凝灰岩和大理岩条带, 10—角闪黑云斜长片麻岩及混合岩, 11—片麻状花岗岩, 12—辉绿岩, 13—正长斑岩, 14—老牛山花岗岩, 15—花岗斑岩, 16—背斜及向斜, 17—断层及产状, 18—地层不整合界线, 19—地层界线及产状, 20—圈定矿体范围

Fig. 3 Schematic geological map of the Huanglongpu carbonatite vein type molybdenum (lead) deposit in Shaanxi Province.

1—Argillo-arenaceous slate and quartzite, 2—Meta-silicarenite and quartzite, 3—Argillo-arenaceous slate, meta-silicarenite and metatuff, 4—Meta-silicarenite, quartzite and basal conglomerate, 5—Meta-splite, sericite phyllite and marble lens, 6—Meta-splite, meta-tuff and biotite-quartz schist, 7—Meta-splite and biotite-quartz schist, 8—Meta-splite, amygdaloidal spilite and meta-tuff, 9—Meta-splite and sericite phyllite intercalated with meta-tuff and marble band, 10—Amphibole-biotite-plagioclase gneiss and migmatite, 11—Gneissic granite, 12—Diabase, 13—Syenitic porphyry, 14—Laoniusan granite, 15—Granitic porphyry, 16—Anticline and syncline, 17—Fault with its attitude, 18—Unconformity, 19—Boundary and attitude of strata, 20—Delimited ore body.

Zx_1^1 : 下部为变细碧岩、杏仁状细碧岩互层, 厚度为283m。上部为变凝灰岩, 厚度约47m。分布于桃园东北部。

Zx_2^1 : 下部为变细碧岩夹杏仁状细碧岩及薄层状变凝灰岩, 厚度为534m; 上部为黑云石英片岩, 厚度为130m。分布于桃园、石家湾一带。

Zx_3^1 : 下部为变细碧岩夹杏仁状细碧岩, 厚度为299m; 上部为变凝灰岩夹钾长黑云石英片岩, 厚度达55m。分布于宋家沟、黄龙铺一带。

Zx_4^1 : 下部为变细碧岩夹杏仁状细碧岩, 厚265m; 上部为绢云千枚岩、变凝灰岩夹黑云石英片岩(图版I-5)及大理岩透镜体与变细碧岩互层, 厚度达255m。该岩性段为本矿床的主要赋存层位。

蜀县系高山河下亚组(Zg_1) 在矿区分布最广, 且与下伏熊耳群呈角度不整合。按岩性特点自下而上分为以下四个为岩性段:

Zg_1^1 : 以灰白色厚层变石英砂岩、石英岩为主, 底部有砾岩及含砾石英砂岩; 中上部夹暗色石英砂岩与杂色绢云板岩互层, 而且底部未见中基性熔岩。厚度为159—338.4m。该段为石家湾斑岩钼矿床的主要赋存层位。

Zg_2^1 : 由泥砂质板岩夹变石英砂岩及变凝灰岩和中基性熔岩扁豆体组成, 总厚度达860—1337m。与上、下地层呈整合接触关系。

Zg_3^1 : 浅紫色厚层变石英砂岩、石英岩。厚度为1305m。

Zg_4^1 : 青灰色泥砂质板岩与变石英砂岩互层。底部有含板岩砾石的变石英砂岩及白云质大理岩透镜体。厚度达800m。与 Zg_3^1 呈侵蚀不整合接触。

第四系(Q) 在区内广泛分布于河床谷地及山坡地带, 不整合于老地层之上。

2. 构造 正如上述, 矿区北部为太华群片麻岩所组成的东西向复背斜, 南部为元古界—寒武系浅变质岩所构成的复向斜, 而在区内则发育有次一级的北西走向短轴褶皱, 以及呈东西、北东和北西走向的断裂, 致使矿区呈现复杂的构造景象。

(1) 褶皱构造: 主要的有板岔梁—蚂蚁山背斜, 使高山河组发生宽缓褶皱。该背斜向南东倾伏, 倾伏角为 30° 左右。其轴向由于受北东走向断裂的影响, 由南东渐变为南东东走向。两翼地层产状具有北陡南缓的特点。黄龙铺碳酸岩脉型钼(铅)矿床产于背斜的北东翼的第四岩性段的变细碧岩中。其余更次一级的背、向斜与本矿床关系不大, 故不赘叙。

(2) 断裂构造: 矿区内主要发育有北西及北东走向断裂, 且多成束出现。北西走向断裂是切穿基底的深断裂和盖层中所承袭发展断裂的综合反映, 构成宽度为1—3km的断裂带。其中见及较大断层有7条, 走向为 300° — 330° , 大致平行展布。断面倾向南西或北东, 倾角为 45° — 65° 至 85° 。除个别呈反时针扭动外, 均呈顺时针方向扭动。主干断层为黄龙铺—潘家沟断层和鳌盖子—石家湾断层, 二者可能属区域上杨诗域断层的一部分。后一主干断裂延至老牛山花岗岩舌状体西侧并被该岩体侵吞。北东走向断裂规模大者有13条, 多陡倾, 倾向南东, 亦有向北西西陡倾者呈北东东—北东向延伸, 也具有成束分布的特点。故形成大石沟—曹家沟、宋家沟—刘家台、潘家沟—许家沟三个断裂束。

以上两个断裂带的总特点是: 北西走向深断裂带形成早于北东走向断裂, 控制着含钼铅碳酸岩脉、部分辉绿岩脉和黑云正长斑岩脉的分布。北东走向断裂切割了北西走向断

裂、板岔梁—蚂蚁山背斜、老牛山花岗岩舌状体突出部分和石家湾斑岩，可见其形成时间相对较晚。

3. 岩浆岩及脉岩 矿区内见及的岩浆岩主要有元古代片麻状花岗岩和燕山期老牛山

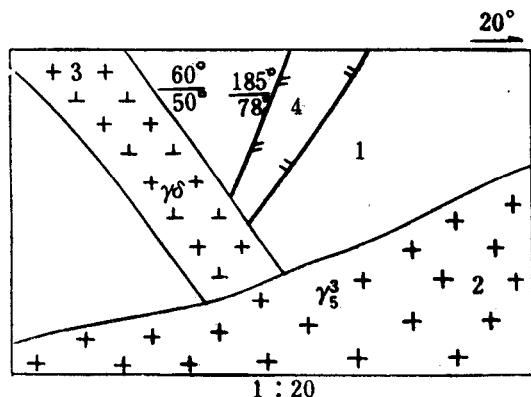


图4 含钼(铅)碳酸岩脉与花岗闪长岩脉和老牛山花岗岩的穿插关系素描图

1—变细碧岩；2—老牛山花岗岩；3—花岗闪长岩脉；4—钼(铅)碳酸岩脉

Fig. 4 Sketch showing cutting relationship of molybdenum (lead)-bearing carbonatite vein and granodiorite vein with Laoniushan granite.

1—Meta-sillite; 2—Laoniushan granite; 3—Granodiorite vein; 4—Mo (Pb)-bearing carbonatite vein.

二长花岗岩和石家湾花岗斑岩。根据我们对老牛山岩体，以及石家湾和金堆城花岗斑岩所作有关岩石化学、副矿物、稀土组成型式以及硫、锶和铅同位素的研究结果，结合老牛山岩体、含钼(铅)碳酸岩脉与花岗闪长岩脉三者的切割关系(图4)和同位素年龄资料，我们认为黄龙铺碳酸岩脉型钼(铅)矿床与老牛山岩体和花岗斑岩无成因上的联系，故在此不作叙述。有关区内花岗岩及花岗斑岩的研究结果，另有作为本研究报告附件的专文加以论述。

有关脉岩，除矿区内广泛产出的含钼(铅)石英-方解石碳酸岩脉外(详见下述)，尚见到正长斑岩脉、黑云正长斑岩脉和角闪正长岩脉。需指出的是，在北西向深断裂带内，于华阳川铀钼铅稀土矿点产出有长石霓辉石岩脉，在驾鹿钼(铅)稀土矿点见到霓辉正长斑岩脉。为了对比起见，现将本矿床范围内的脉岩和驾鹿霓

辉正长斑岩脉简要叙述如下。

① 黑云正长斑岩脉和角闪正长岩脉，产于黄龙铺变细碧岩层内。脉体长达几十m，宽为1—2m，走向北西。前者主要由正长石(75—80%)、黑云母(10—15%)和石英(5%左右)组成。正长石和黑云母晶体较粗大，形成斑状结构(图版I-1)。副矿物有少量磷灰石、绿帘石、黄铁矿和磁铁矿等。角闪正长岩脉(见于ZK1636, 97—99.6m处)的矿物成分与前者大同小异，有正长石(50—60%)、角闪石(10—15%)，以及少量的石英、黑云母、斜长石和方解石。副矿物有磷灰石、榍石、金红石和绿帘石。角闪石被黑云母、绿帘石和方解石交代。这两种岩石的化学成分、稀土含量见表2和表3，其稀土组成型式见图5。

② 霓辉正长斑岩脉见于驾鹿地区，脉体厚约10m，长几十—100m左右，倾向为153°，倾角56°，分布于角闪斜长片麻岩中。斑晶矿物主要为正长石(5%)和霓辉石(2—3%)，基质主要为正长石(80%左右)和少量霓辉石、磷灰石、石英及榍石。岩石呈斑状结构(图版I-2)。岩石的化学成分和稀土含量见表2、3，稀土组成型式见图5。

表3和图5表明：(1) 这些偏碱性或碱性脉岩均以富集轻稀土为特征，黑云母正长斑岩、角闪正长岩和霓辉正长斑岩的 $\Sigma(\text{La-Eu})$ 分别为172.08、189.01和100.18ppm，它

表 2 黑云正长斑岩等的化学分析结果 (%)

Table 2 Chemical analyses of the biotite syenitic porphyry and other intrusions

岩石名称	样 号	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO
黑云正长斑岩	HD 8249	57.41	0.75	15.71	4.77	1.45	0.09	2.72	0.47
角闪正长岩	HD 8128	55.57	0.83	14.99	3.32	3.19	0.11	2.51	4.58
霓辉正长斑岩	G 821	62.24	0.32	16.67	2.33	0.88	0.06	0.53	2.17

岩石名称	样 号	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	CO ₂	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	总 和
黑云正长斑岩	HD 8249	13.12	0.26	0.61	0.17	1.34	0.58	99.45
角闪正长岩	HD 8128	8.22	2.22	0.79	1.38	1.19	0.61	99.51
霓辉正长斑岩	G 821	7.56	4.64	0.24	0.86	0.85	0.35	99.70

分析者：中国地质科学院岩矿测试研究所 李梅

表 3 黑云正长斑岩等的稀土元素含量分析结果

Table 3 ICP analyses of rare earth elements in the biotite syenitic porphyry and other intrusions

岩石名称	样 号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy
黑云母正长斑岩	HD 8249	46.26	66.98	10.17	38.35	8.19	2.13	7.04	0.83	5.23
角闪正长岩	HD 8128	42.89	82.59	10.50	41.50	9.03	2.50	7.35	0.97	5.44
霓辉正长斑岩	G 821	20.44	45.80	5.37	21.95	5.22	1.40	4.24	0.49	3.33

岩石名称	样 号	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	ΣREE	δEu	$\frac{\Sigma(La-Eu)}{\Sigma(Gd-Lu,Y)}$
黑云母正长斑岩	HD 8249	1.01	3.11	0.33	3.03	0.58	30.97	224.21	0.92	3.30
角闪正长岩	HD 8128	0.95	2.80	0.37	2.26	0.44	25.28	234.87	0.99	4.12
霓辉正长斑岩	G 821	0.93	1.76	0.36	1.78	0.16	16.88	130.11	0.96	3.35

分析者：中国地质科学院岩矿测试研究所伍新宇、谭元媛

们的 $\Sigma(La-Eu)/\Sigma(Gd-Lu,Y)$ 值，分别为3.30、4.12和3.35。(2)这些脉岩的稀土组成型式同为向右倾的一组曲线，并无Eu异常。这似乎反映出它们成岩物质来源的同一性。

根据这些脉岩均被含钼、铅或钼铅稀土的石英-方解石碳酸岩脉切割，其形成应早于矿脉。

4. 容矿地层及控矿、容矿构造 黄龙铺碳酸岩脉型钼(铅)矿床主要赋存于上熊耳群黄龙铺组上部层位，该层主要岩性为变细碧岩及杏仁状细碧岩(图版 I-3、4)。变细碧岩的主要组成矿物有黑云母(20—30%)、石英(18—20%)和钠长石(An—8, 350—40%)，尚含少量角闪石、白云母、绿泥石、绿帘石、方解石和黄铁矿等。钠长石呈自形一半自形板条状，往往构成三角形格架，其中充填角闪石、黑云母、绿帘石、石英或黄铁矿，形成交织填间结构(图版 I-3)。同时，变细碧岩中有的层位常含有杏仁体。杏仁

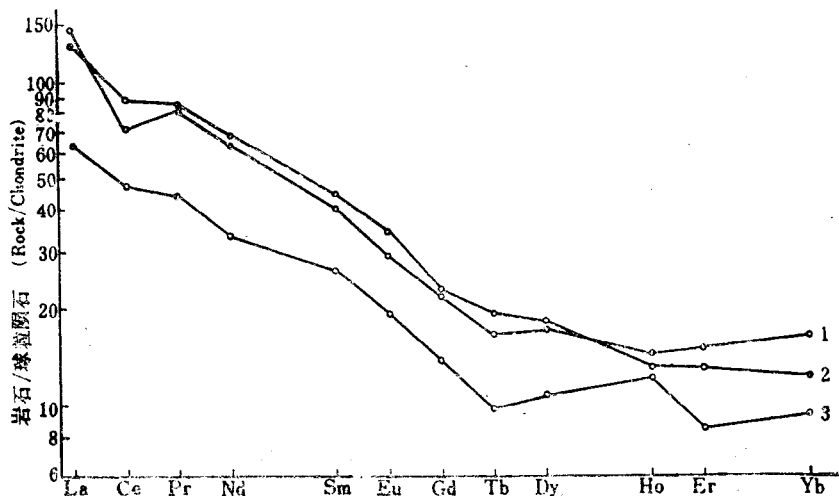


图5 黑云正长斑岩等的稀土球粒陨石标准化型式

1—黑云正长斑岩；2—角闪正长岩；3—霓辉正长斑岩

Fig. 5 Chondrite-normalized REE patterns.

1—Biotite syenitic porphyry; 2—Amphibole syenite; 3—Acmite-augite syenitic-porphyry.

体常呈圆形或椭圆形，大小不一，大者 $9 \times 4\text{mm}^2$ ，小者 $2 \times 2\text{mm}^2$ 。组成变细碧岩的矿物常为绿泥石、石英等，有的杏仁体则主要为绿帘石和少量绿泥石、石英组成，具杏仁状构造（图版I-4）。

此外，在蔚县系高山河下亚组的变石英砂岩及石英岩中亦有部分矿体分布。但由于黄龙铺组和高山河组这两个容矿地层的物理性质不同，产于其中的矿脉规模差别较大，在前者中的矿脉以大脉为主，而在石英岩中者多为细网脉。

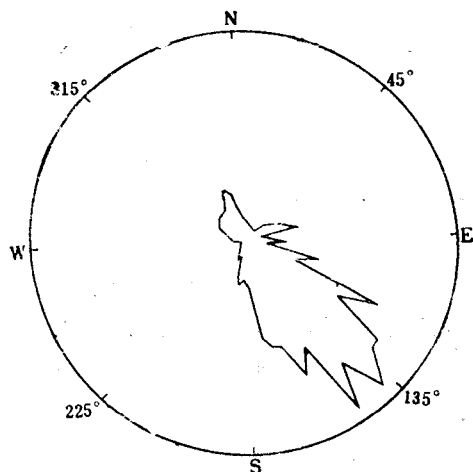


图6 黄龙铺矿化碳酸岩矿脉玫瑰图

Fig. 6 Rosette-diagram of mineralized Carbonatite veins.

如上所述，本矿床处于北西走向的深断裂带内，而黄龙河北西走向主干断裂的特点是总体走向为 340° ，断面倾向南西，倾角 $62^\circ-72^\circ$ ，局部倾向北东。断裂破碎带宽达30—50m，具多期活动的形迹，早期显示压扭性，下盘断面平直光滑，具糜棱岩化现象，局部具水平擦痕，顺时针扭动，扭距大于260m。第二期活动显张扭性，并迭加在早期破碎带之上，晚期又显压扭活动。在断裂带内有辉绿岩、黑云正长斑岩和含钼（铅）碳酸岩脉产出，并在该断裂带北西和南东两端同样有垣头、华阳川、驾鹿等含矿碳酸岩脉广泛发育，故认为其是主要的控岩、控矿构造。在黄龙铺地区，与北东走向断裂的交汇部位成为黄龙铺钼（铅）矿床赋存的有利地段。

北西走向主干断裂两侧派生的次级节理、裂隙多为含钼（铅）石英-方解石碳酸岩脉

充填,成为主要的容矿构造。矿脉产状统计结果表明,容矿裂隙有四组:①走向北东、倾向南东或北西,倾角中等。②走向近南北,倾向北东东,倾角中等。③走向近东西,倾向南西至南东,倾角一般 $>80^\circ$ 。④走向北西,倾向北东,倾角 $>60^\circ$ 。其中以①、③最为发育(图6),其裂隙力学性质主要为张性—张扭性。其次为走向北西一组,发育较弱的为走向近南北者,它们为压扭性裂隙。

(二) 矿体的形态、物质成分及矿石的结构、构造

已圈定的本矿床大石沟1号矿体呈北东 50° 方向展布,已控长600m,平均宽650m,向南东方向侧伏,侧伏角 60° 左右。矿体斜深达200—300m,含脉率为29—40%。一般说来,矿脉的规模及含脉率随深度的增加而减少,如在其南东侧的南部矿体连续性差,含脉率降为7—15%左右。

本矿床的工业钼(铅)矿体主要由含钼(铅)石英—方解石碳酸岩脉所组成。按钼含量0.06%圈定的矿体形态在剖面图上呈似层状或透镜状(图7)。除主要工业矿脉外,尚产出有少量含铜石英脉或含铜石英—方解石碳酸岩脉和含铀石英—钾长石脉。

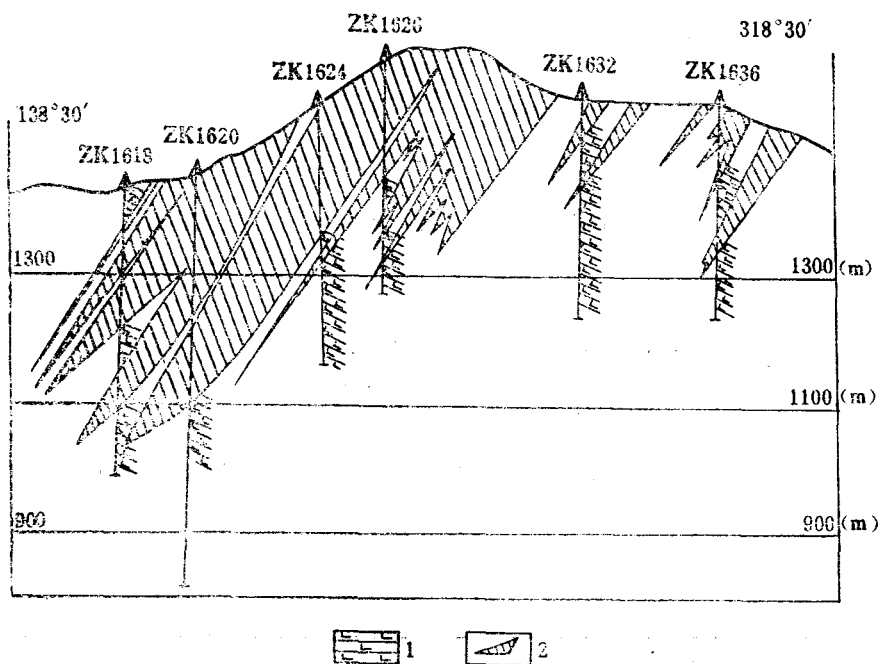


图7 本矿床第16行剖面上的主矿体形态

1—变细碧岩, 2—矿体

Fig. 7 Geological section of the main ore body along No. 16 exploration line.

1—Meta-spillite, 2—Ore body.

含钼(铅)石英—方解石碳酸岩脉以规模大、矿物成分较复杂,并含有稀有、放射性矿物和辉钼矿含铼量较高(平均大于100ppm),方解石与辉钼矿的关系十分密切等特征区别于邻区的金堆城、石家湾斑岩型钼矿床。